

English Translation of Abstract of  
German Publication No. DE 195 02 006 A1

In the optical component (esp. for an IR emitter) having a housing (7) with an opening (9) closed by an optical window (10), in which a metallic solder joint (11) is provided between the edge (8) of the opening and the window, the novelty is that the window (10) seats on the edge (8) of the opening (9) and the solder joint (11) adjoins a flat side (13) of the window extending parallel to the opening (9).

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 02 006 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 02 B 7/00**  
G 02 B 6/00  
C 03 C 27/04

②1 Aktenzeichen: 195 02 006.5  
②2 Anmeldetag: 24. 1. 95  
④3 Offenlegungstag: 1. 8. 96

⑦1 Anmelder:  
Heraeus Noblelight GmbH, 63801 Kleinostheim, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Staudt, A., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Ass., 63674  
Altenstadt

⑦2 Erfinder:  
Leonhardt, Jens, 06766 Wolfen, DE; Gatzmanga,  
Heinz, Prof. Dr., 06366 Köthen, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 37 40 416 A1  
DE 27 05 568 A1  
DE 94 12 590 U1  
Glas-Email-Keramo-Technik, Mai 1968, S. 162-167;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Optisches Bauteil, insbesondere für einen Infrarotstrahler

⑤7 Bekannt sind optische Bauteile, mit einem Gehäuse, das eine mittels einem optischen Fenster verschlossene Öffnung für in das Gehäuse einfallende oder aus dem Gehäuse austretende Lichtstrahlen aufweist, wobei zwischen dem Rand der Öffnung und dem Fenster eine umlaufende, metallische Lotverbindung vorgesehen ist. Um hiervon ausgehend ein optisches Bauteil anzugeben, bei dem auch bei Temperaturschwankungen eine vakuumdichte Verbindung zwischen dem Gehäuse und dem optischen Fenster gewährleistet ist und das die Verwendung von Fenstermaterialien unabhängig von deren mechanischer Stabilität erlaubt, wird vorgeschlagen, daß das Fenster auf dem Rand der Öffnung aufliegt und daß die Lotverbindung an einer parallel zur Öffnung verlaufenden Flachseite des Fensters angreift.

E 195 02 006 A 1

DE 195 02 006 A 1

Die Erfindung betrifft ein optisches Bauteil, insbesondere für einen Infrarotstrahler, mit einem Gehäuse, das eine mittels einem optischen Fenster verschlossene Öffnung für in das Gehäuse einfallende oder aus dem Gehäuse austretende Lichtstrahlen aufweist, wobei zwischen dem Rand der Öffnung und dem Fenster eine umlaufende, metallische Lotverbindung vorgesehen ist.

Ein gattungsgemäßes optisches Bauteil ist aus der DE-A1 37 40 416 bekannt. Die darin beschriebene Endoskopoptik weist ein rohrförmiges, metallisches Gehäuse auf, in dem die zur Bildführung dienenden Linsen angeordnet sind. Um die Verschmutzung der Linsen zu verhindern, muß das Rohr gasdicht abgeschlossen sein. Hierfür ist am distalen Ende des Rohres ein optisches Fenster aus Saphir vorgesehen, das an seinem umlaufenden Rand mit Metalllot innerhalb des rohrförmigen Gehäuses eingelötet ist. Als Lotmetall werden Kupfer, Kupfer-Nickel-Legierungen oder Gold vorgeschlagen.

Aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten für die Materialien für das Gehäuse, das Lot und für das optische Fenster werden bei Temperaturänderungen, beispielsweise bei der Herstellung der Lotverbindung, in der Endoskopoptik mechanische Spannungen induziert. Diese können zu Undichtigkeiten der Lotverbindung sowie zu Veränderungen der optischen Eigenschaften des Fensters oder zu dessen Bruch führen. Bei der bekannten Endoskopoptik wird daher das Fenster aus einem mechanisch stabilen Werkstoff, vorzugsweise aus einkristallinem synthetischem Saphir gebildet.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Bauteil anzugeben, bei dem auch bei Temperaturschwankungen eine vakuumdichte Verbindung zwischen dem Gehäuse und dem optischen Fenster gewährleistet ist und das die Verwendung von Fenstermaterialien unabhängig von deren mechanischer Stabilität erlaubt.

Die Aufgabe wird ausgehend von dem eingangs genannten optischen Bauteil erfindungsgemäß dadurch gelöst, das Fenster auf dem Rand der Öffnung aufliegt und daß die Lotverbindung an einer parallel zur Öffnung verlaufenden Flachseite des Fensters angreift. Das optische Fenster besteht aus einem für die Lichtstrahlen durchlässigen Material, beispielsweise aus Glas oder aus kristallinem Werkstoff. Es kann in Form einer flachen Scheibe oder auch als optische Linse ausgebildet sein. Bei einem scheiben- oder linsenförmigen Fenster verlaufen die Oberseite und die Unterseite im wesentlichen parallel zur Öffnung. An diesen Flachseiten greift die Lotverbindung an. Bei kreisförmigen Fenstern ist die Lotverbindung beispielsweise als am peripheren Bereich des Fensters verlaufender, geschlossener Kreisring ausgebildet. Das optische Fenster liegt auf dem Rand der Öffnung auf. Dabei verschließt es die Öffnung entweder von außerhalb oder von innerhalb des Gehäuses. Die an der parallel zur Öffnung verlaufenden Flachseite angreifende Lotverbindung gewährleistet eine gewisse Bewegungsfreiheit des Fensters in Richtung parallel zum Öffnungsquerschnitt; bei kreisförmigen Fenstern beispielsweise in radialer Richtung. Die so angreifende Lotverbindung resultiert in einer gleitenden, schwimmenden Befestigung des Fensters am Gehäuse und vermindert so die aufgrund der Verbindung von Fenster und Gehäuse zwangsläufig induzierten mechanischen Spannungen. Die vorhandenen Restspannungen werden in erster Linie von der Lotverbindung aufge-

nommen, so daß die optischen Eigenschaften des Fenstermaterials weitgehend unbeeinflusst bleiben und die Verwendung auch spröder Fenstermaterialien ermöglicht wird. Außerdem hält die relativ gering belastete Lotverbindung zusätzlichen angreifenden Kräften, wie sie beispielsweise beim Evakuieren des Gehäuses oder bei einer Erwärmung auftreten können, leichter stand.

Das erfindungsgemäße optische Bauteil ist unabhängig von der Wellenlänge der jeweiligen Lichtstrahlen beispielsweise zur Verwendung bei Strahlern, bei optischen Sensoren, bei Reflektoren oder bei Lichtleitern geeignet.

Als besonders vorteilhaft hat es sich herausgestellt, eine Lotverbindung vorzusehen, die eine Haftvermittlungsschicht und eine Lotschicht umfaßt, wobei die Haftvermittlungsschicht an der Flachseite des Fensters angreift und darauf die Lotschicht angeordnet ist. Die Haftvermittlungsschicht sorgt für eine gute Haftung des Lotes auf dem Fenstermaterial und trägt damit zur Vakuumdichtigkeit der Lotverbindung bei. Die Haftvermittlungsschicht kann sehr dünn sein.

Vorteilhafterweise liegt ihre Dicke im Bereich zwischen 200 und 250 nm. In der Verbindung entstehende Scherspannungen werden überwiegend von der Lotschicht aufgenommen.

Besonders bewährt hat sich eine Lotschicht, die eine an die Haftvermittlungsschicht angrenzende lötbare metallische Dünnschicht umfaßt. Die Dünnschicht hat vorteilhafterweise eine Dicke im Bereich von 150 bis 300 nm. Es hat sich gezeigt, daß gesputterte Dünnschichten gegenüber thermisch aufgedampften Dünnschichten bessere Hafteigenschaften aufweisen. Vorteilhafterweise ist auch die Haftvermittlungsschicht eine Sputterschicht. Durch Verwendung geeigneter Masken beim Aufputtern der Schichtmaterialien kann die lichtdurchlässige Fläche des Fensters auf einfache Weise eingestellt werden.

Es wird eine Ausführungsform des optischen Bauteils bevorzugt, bei der die Lotschicht eine am Gehäuse angreifende Weichlotschicht umfaßt. Die Weichlotschicht, beispielsweise aus einem Zinnlot, nimmt Scherspannungen besonders wirkungsvoll auf. Sie kann beispielsweise unmittelbar an die Dünnschicht angrenzen. Vorteilhafterweise enthält die Dünnschicht daher einen Bestandteil, der mit der Weichlotschicht gut verbindbar ist. Als besonders geeignet hat sich beispielsweise eine zinnhaltige Dünnschicht erwiesen, wenn die an sie angrenzende Weichlotschicht aus einem Zinnlot besteht.

Bei einer Ausführungsform der optischen Bauteile, bei der sich das Fenster vollkommen außerhalb des Gehäuses befindet, ist gewährleistet, daß bei unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen von Fenster und Gehäuse in radialer Richtung keine Druckkräfte oder Zugkräfte von der Gehäuseinnenwand unmittelbar auf das Fenster übertragen werden können. Bei einer Ausführungsform, bei der das Fenster innerhalb des Gehäuses angeordnet ist, ist sicherzustellen, daß die das Fenster radial umgebenden Gehäuseteile nicht an dem Fenster anliegen.

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen optischen Bauteils sind in der Patentzeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert. In der Zeichnung zeigen im einzelnen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Lotverbindung zwischen dem Gehäuse und einem optischen Fenster nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Bauteils, mit einem außerhalb des Ge-

häuses angeordneten optischen Fenster,

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Bauteils, mit einem außerhalb des Gehäuses angeordneten optischen Fenster,

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung des in Fig. 3 markierten Bereichs und

Fig. 5 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Bauteils mit einem innerhalb des Gehäuses angeordneten optischen Fenster.

Bei dem optischen Bauteil 1 nach dem Stand der Technik gemäß Fig. 1 ist ein Saphirfenster 2 in Form einer kreisförmigen, flachen Scheibe mit der Innenfläche eines Lichtführungsrohres 3 verlötet. Hierzu ist zwischen dem äußeren umlaufenden Rand des Saphirfensters 2 und der Innenseite des Lichtführungsrohres 3 ein Metalllot 4 vorgesehen. Das Saphirfenster 2 befindet sich vollständig innerhalb des Lichtführungsrohres 3. Treten bei Temperaturwechseln Unterschiede in der thermischen Ausdehnung zwischen dem Führungsrohr 3 und dem Saphirfenster 2 in radialer Richtung auf, dann werden durch die gezeigte "verspannte Befestigung" innerhalb des Saphirfensters 2 mechanische Spannungen induziert. Das Saphirfenster 2 kann den dabei auftretenden radialen Zug- oder Druckkräften, deren Richtung durch die Richtungszeile 5 bezeichnet wird, nicht ausweichen. Es wird daher verformt und dadurch in seinen optischen oder mechanischen Eigenschaften verändert.

Bei der Ausführungsform des erfindungsgemäßen optischen Bauteils gemäß Fig. 2 handelt es sich um einen Ausschnitt durch einen Infrarotstrahler 6, der für Analysenzwecke eingesetzt wird. Dieser weist ein im wesentlichen rohrförmiges Messing-Strahlergehäuse 7 auf, dessen freies Ende unter Bildung eines nach innen ragenden Flansches 8 rechtwinklig umgebogen ist. Die innere Wandung des Flansches 8 bildet den Rand der Austrittsöffnung 9 für die von der IR-Lichtquelle (in Fig. 2 nicht dargestellt) ausgehende Strahlung. Der Innendurchmesser des Flansches 8 definiert somit den Durchmesser der Austrittsöffnung 9. Die Austrittsöffnung 9 ist von einem optischen Fenster 10 gasdicht verschlossen, das mit seiner Unterseite 13 auf der Oberseite 12 des Flansches 8 aufliegt. Das Fenster 10 ist vollkommen außerhalb des Strahlergehäuses 7 angeordnet. Es besteht aus einer flachen, kreisförmigen Scheibe aus Kalziumfluorid ( $\text{CaF}_2$ ), das eine hohe Transmission im infraroten Bereich aufweist. Zur Verbindung des  $\text{CaF}_2$ -Fensters 10 mit dem Flansch 8 ist eine Lotverbindung 11 vorgesehen. Die Lotverbindung 11 greift an der nach außen weisenden Oberfläche 12 des Flansches 8 sowie an der, der Austrittsöffnung 9 zugewandten und parallel zu dieser verlaufenden Unterseite 13 des  $\text{CaF}_2$ -Fensters 10 an. Dabei überdeckt die umlaufende Lotverbindung 11 den peripheren Bereich des kreisförmigen  $\text{CaF}_2$ -Fensters 10 unter Belassen einer kreisförmigen Öffnung in der Größe der Austrittsöffnung 9.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausschnitt des Infrarotstrahlers 6 befindet sich das  $\text{CaF}_2$ -Fenster 10 vollkommen außerhalb des Strahlergehäuses 7. Bei Unterschieden in der radialen Ausdehnung zwischen dem Strahlergehäuse 7 und dem  $\text{CaF}_2$ -Fenster 10 gewährleistet die "gleitende Befestigung" eine gewisse Bewegungsfreiheit des Fensters 10 in radialer Richtung. Auftretende Scherkräfte, etwa entlang der Richtungszeile 14, werden dabei überwiegend von der Lotverbindung 11 aufgenommen.

Die Lotverbindung 11 ist aus einer an die Unterseite 13 des Fensters 10 angrenzenden Haftvermittlungsschicht 15 bestehend, die auf einer dünnen, leitfähigen Dünnschicht 16 aus Zinn aufgebracht ist. Die Dünnschicht 16 ist mit einer Dicke von etwa 200 nm auf dem Fenster 10 aufgebracht. Die Haftvermittlungsschicht 15 besteht aus Nickel und hat eine Dicke von ca. 220 nm. Die Lotverbindung 11 ist durch Erwärmen leicht zu lösen und ermöglicht so einen zerstörungsfreien Austausch des Fensters 10.

angrenzenden, aufgesputterten, lötbaren Dünnschicht 16 und aus einer zwischen der Dünnschicht 16 und der nach außen weisenden Oberfläche 12 des Strahlergehäuses 7 angeordneten Weichlotschicht 17 aufgebaut. Die Haftvermittlungsschicht 15 weist eine Dicke von ca. 220 nm auf. Sie besteht aus Nickel. Die lötbare Dünnschicht 16 mit einer Dicke von etwa 200 nm besteht aus Zinn, während die Weichlotschicht 17 aus einem Zinnlot gebildet ist. Die Lotverbindung 11 ist durch Erwärmen leicht zu lösen und ermöglicht so einen zerstörungsfreien Austausch des Fensters 10.

Die in den Fig. 3 bis 5 verwendeten Bezugszeichen betreffen gleiche oder äquivalente Bauteile oder Bestandteile des optischen Bauteils 6 wie sie anhand der Ausführungsform in Fig. 2 für identischen Bezugszeichen erläutert sind. Bei dem optischen Bauteil 6 gemäß Fig. 3 besteht das evakuierte Strahlergehäuse 7 aus einem Messingteil mit einer Bohrung 20. Die Bohrung 20 ist mittels eines scheibenförmigen optischen Fensters 10 verschlossen. Zur Herstellung einer vakuumdichten Verbindung zwischen dem Strahlergehäuse 7 und dem optischen Fenster 10 ist eine Lotverbindung 11 vorgesehen. Diese besteht aus einer an der Unterseite 13 des Fensters 10 angreifenden, ringförmigen Haftvermittlungsschicht 15, einer darauf aufgesputterten lötbaren Dünnschicht 16 aus Zinn und aus einer zwischen der Dünnschicht 16 und dem Strahlergehäuse 7 angeordneten Weichlotschicht 17. Das Fenster 10 befindet sich vollständig außerhalb des Strahlergehäuses 7.

Zur Herstellung der Lotverbindung 11 ist auf das kreisförmige optische Fenster 10 im peripheren Bereich seiner der Bohrung 20 zugewandten Unterseite 13 die Haftvermittlungsschicht 15 und darauf die Dünnschicht 16 aufgesputtert. Diese Sputterschichten 15; 16 definieren die Licht-Austrittsöffnung 9 des Infrarotstrahlers 6. Durch die Verwendung von Masken bei der Herstellung der jeweiligen Sputterschichten 15; 16 kann die Form und Größe der Austrittsöffnung 9 einfach eingestellt werden. Das mit der Haftvermittlungsschicht 15 und der lötbaren Dünnschicht 16 beschichtete Fenster 10 wird auf dem vorher verzinnnten metallischen Strahlergehäuse 7 positioniert und zusammen mit diesem in einem Ofen erwärmt. Durch das Aufschmelzen der Zinnlotverbindung 17 auf dem Strahlergehäuse 7 wird die lötbare Dünnschicht 16 benetzt und dabei verlötet.

Dadurch, daß bei der Herstellung der Lotverbindung 11 sowohl das optische Fenster 10 als auch das metallische Strahlergehäuse 7 gleichermaßen erwärmt werden, werden in der Lotverbindung 11 und den miteinander verbundenen Komponenten 7; 10 wenig mechanische Spannungen erzeugt. Die Lotverbindung 11 zwischen dem Fenster 10 und dem Gehäuse 7 ist im Temperaturbereich von Raumtemperatur bis 100°C vakuumdicht und sie gewährleistet gleichbleibende optische Eigenschaften des Fensters 10 und damit gleichbleibende Strahlungsbedingungen.

Aus der in Fig. 4 dargestellten Ausschnittsvergrößerung ist ersichtlich, daß das Fenster 10 teilweise in die Weichlotschicht 17 eingebettet ist. Dies bewirkt jedoch keine wesentliche Einschränkung der radialen Bewegungsfreiheit des Fensters 10, da das Weichlot 17 sowohl einen geringeren Elastizitätsmodul als auch eine höhere Plastizität aufweist als die üblichen Fenstermaterialien. Dadurch gibt das Weichlot in radialer Richtung wirkenden mechanischen Kräften relativ leicht nach oder nimmt die daraus resultierenden Spannungen auf. Dies wird noch dadurch erleichtert, daß die Unterseite des Fensters 10 oberhalb der Oberseite 12 des Strahlergehäuses 7 angeordnet ist.

Gehäuses 7 angeordnet ist, so daß die den mechanischen Kräften radial ausweichende Weichlotschicht 17 kein Gegenlager hat. Da die Oberseite 19 der Weichlotschicht 17 radial nach außen hin abfällt, nimmt die der radialen Bewegung des Fensters 10 entgegenstehende Weichlotmasse mit abnehmender Tiefe der Einbettung in die Weichlotschicht 17 ab. Um die Festigkeit der Lotverbindung zu verbessern, ist bei dieser Ausführungsform die lötbare Dünnschicht 16 über den umlaufenden Rand des Fensters 10 hochgezogen. In einer dazu alternativen Ausführungsform ist zusätzlich auch die Haftvermittlungsschicht 15 über Rand des Fenster 10 hochgezogen.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform handelt es sich um ein optisches Bauteil zur Verwendung in einem gasgefüllten Strahler 6. Das Gehäuse des Strahlers 6 weist ein rohrförmiges Gehäuseteil 7 auf, dessen freies Ende in Form eines nach innen ragenden Flansches 8 rechtwinklig umgebogen ist. Der Innendurchmesser des Flansches 8 definiert den Innendurchmesser der Licht-Eintrittsöffnung 9 des Strahlers 6. Sie ist mittels eines  $\text{CaF}_2$ -Fensters 10 gasdicht verschlossen. Hierzu ist das Fenster 10 innerhalb des Gehäuseteils 7 mit dem Flansch 8 verlötet. Dabei liegt das Fenster 10 mit seiner zur Licht-Austrittsöffnung 9 weisenden Fensteroberseite 21 über eine Lotschicht 11 an der Unterseite 22 des Flansches 8 an. Die Lotschicht 11 verläuft ringförmig am Rand der Fensteroberseite 21, wobei ihr Innendurchmesser demjenigen des Flansches 8 entspricht. Die Lotschicht 11 besteht aus zwei Dünnschichten, nämlich einer Haftvermittlungsschicht 15 und einer Zinnschicht 16, die über einer über eine Maske auf der Fensteroberseite 21 aufgesputtert sind. Die beiden Dünnschichten 15; 16 sind mit einer an die Flanschunterseite 22 angrenzenden Weichlotschicht 17 gasdicht verlötet. Zwischen der Innenwandung 23 der Bohrung 20 und der Ringmantelfläche 24 des Fensters 10 ist ein Spalt 25 von etwa 0,5 mm vorgesehen. Der Spalt 25 gewährleistet eine gewisse Bewegungsfreiheit des Fensters 10 in radialer Richtung. Bei einem von innen nach außen auf das Fenster 10 gerichteten Druck wirkt der Flansch 8 als Gegenlager für das Fenster 10. Die Lotverbindung 11 wird dabei unter Druckspannungen gesetzt. Diesen hält die Lotverbindung leichter stand als Zugspannungen.

#### Patentansprüche

1. Optisches Bauteil, insbesondere für einen Infrarotstrahler, mit einem Gehäuse (7), das eine mittels einem optischen Fenster (10) verschlossene Öffnung (9; 20) für in das Gehäuse (7) einfallende oder aus dem Gehäuse (7) austretende Lichtstrahlen aufweist, wobei zwischen dem Rand (8) der Öffnung (9; 20) und dem Fenster (10) eine umlaufende, metallische Lotverbindung (11) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Fenster (10) auf dem Rand (8) der Öffnung (9; 20) aufliegt und daß die Lotverbindung (11) an einer parallel zur Öffnung (9; 20) verlaufenden Flachseite (13; 21) des Fensters (10) angreift.
2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lotverbindung (11) eine am Fenster (10) angreifende Haftvermittlungsschicht (15) und ein darauf aufgebraute Lotschicht (16; 17) umfaßt.
3. Bauteil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lotschicht eine an die Haftvermittlungsschicht (15) angrenzende lötbare metallische

Dünnschicht (16) umfaßt.

4. Bauteil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftvermittlungsschicht (15) und die Dünnschicht (16) aufgesputterte Schichten sind.

5. Bauteil nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lotschicht eine am Gehäuse angreifende Weichlotschicht (17) umfaßt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

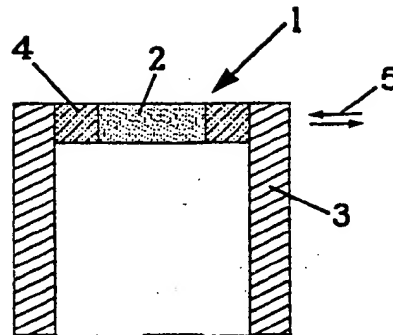


Fig. 1

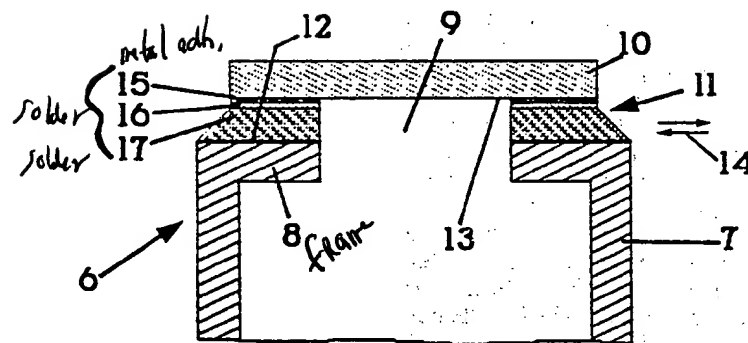


Fig. 2

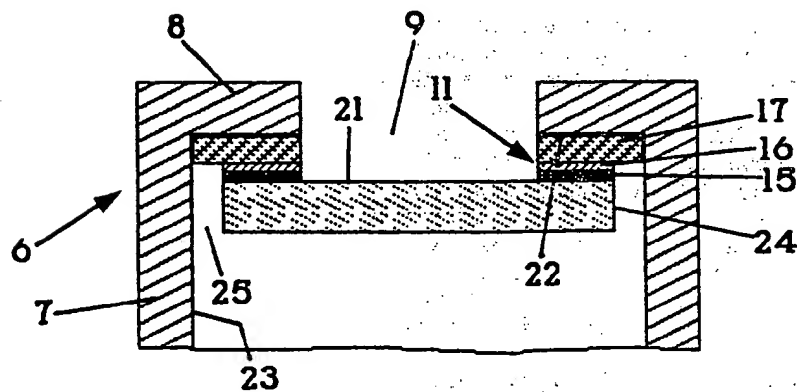


Fig. 5

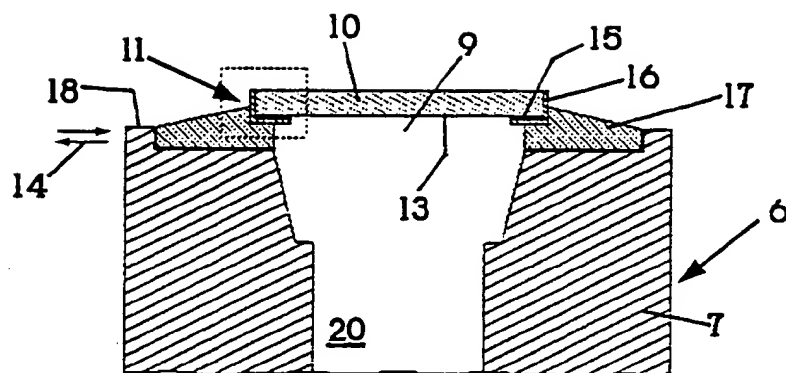


Fig. 3

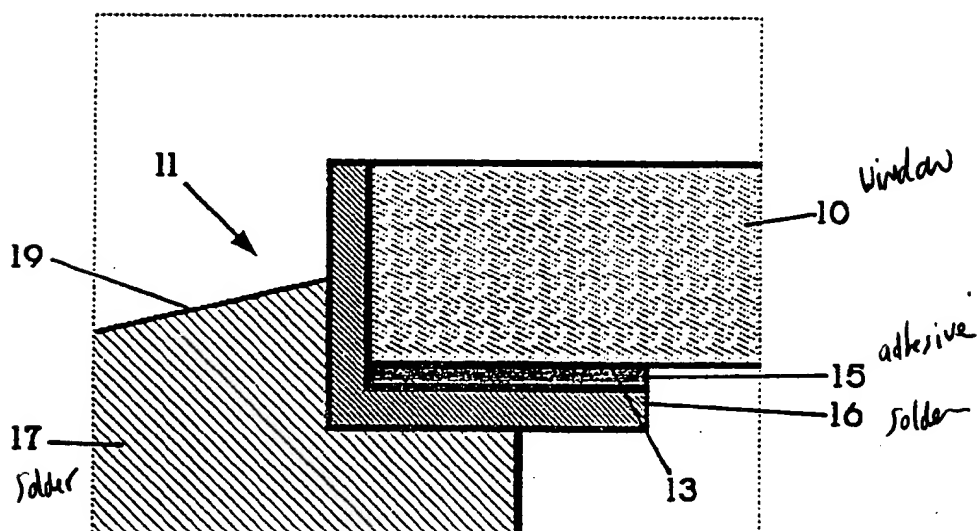


Fig. 4

PTO 03 3967

German Patent No. 195 02 006 A1

OPTICAL COMPONENT, IN PARTICULAR FOR AN INFRARED RADIATION EMITTER

Jens Leonhardt and Dr. Heinz Gatzmanga

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
WASHINGTON, D.C. JUNE 2003  
TRANSLATED BY THE RALPH MCELROY TRANSLATION COMPANY



PTO 03 3967

German Patent No. 195 02 006 A1

OPTICAL COMPONENT, IN PARTICULAR FOR AN INFRARED RADIATION EMITTER

Jens Leonhardt and Dr. Heinz Gatzmanga

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
WASHINGTON, D.C. JUNE 2003  
TRANSLATED BY THE RALPH MCELROY TRANSLATION COMPANY

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY  
GERMAN PATENT OFFICE  
PATENT NO. 195 02 006 A1

Int. Cl. <sup>6</sup> :	G 02 B 7/00 G 02 B 6/00 C 03 C 27/04
Filing No.:	195 02 006.5
Filing Date:	January 24, 1995
Publication Date:	August 1, 1996

OPTICAL COMPONENT, IN PARTICULAR FOR AN INFRARED RADIATION EMITTER

[Optisches Bauteil, insbesondere für einen Infrarotstrahler]

Inventor:	Jens Leonhardt et al.
Applicant:	Dr. Heinz Gatzmanga Heraeus Noblelight GmbH

Request for examination according to § 44 PatG has been filed

The invention relates to an optical component, in particular for an infrared emitter which presents an opening, with a housing which is closed with an optical window, for light beams which are incident into the housing or which exit from the housing, where a circumferential metal solder connection is provided between the edge of the opening and the window.

An optical component according to the generic concept is known from DE-A1 37 40 416. The endoscopy system described therein presents a tubular metallic housing in which lenses are arranged for guiding the image. To prevent soiling of the lenses, the tube must be sealed off in a gasproof manner. For this purpose, at the distal end of the tube, an optical window made of sapphire is provided which is soldered at its circumferential edge with metal solder inside the tubular housing. As soldering material, it is suggested to use copper, copper nickel alloys or gold.

Based on the different thermal expansion coefficients of the materials of the housing, the solder, and the optical window, mechanical stresses are produced in the endoscopy optics when there is a change in temperature, for example in the preparation of the solder connection. These

stresses can lead to leaks in the solder connection and to changes in the optical properties of the window or to its rupture. In the known endoscopy optics, the window is therefore made of a mechanically stable material, preferably a single crystal synthetic sapphire.

The present invention is based on the problem of providing an optical component which guarantees, even when there are temperature changes, a vacuum sealed closure between the housing and the optical window, and which allows the use of window materials independently of their mechanical stability.

The problem is solved, starting from the optical component mentioned above, by the fact that the window lies on the edge of the opening and that the solder connections act on a flat side of the window, which runs parallel to the opening. The optical window consists of a material which is permeable to light beams, consisting for example of glass or a crystalline material. It can be shaped to form a flat disk or an optical lens. In the case of a disk shaped or lens shaped window, the upper side and the bottom side are substantially parallel to the opening. The soldering compound acts on these flat sides. In the case of circular windows, the soldering compound forms, for example, a closed circular ring which runs through the peripheral area of the window. The optical window lies on the edge of the opening. In the process, it either closes the opening from the outside or from the inside of the housing. The soldering compound which acts on the flat side which runs parallel to the opening ensures a certain freedom of movement of the window in the direction which is parallel to the opening cross section; for example, in the case of circular windows, in the radial direction. The soldering compound which acts in this manner results in a sliding, floating, attachment of the window in the housing and thus it decreases the stresses which are necessarily induced by the connection of window and housing. The existing residual stresses are first of all taken up by the soldering compound, so that the optical properties of the window material are largely unaffected, and it becomes possible to use even brittle window materials. In addition, the soldering compound which is subject to relatively small stresses can better withstand any additional applied forces such as those which occur during the evacuation or the heating of the housing.

The optical component according to the invention is independent of the wavelength of the light radiation used, for example when emitters, optical sensors, reflectors or light guides are used.

It has been shown to be particularly advantageous to provide a soldering compound which comprises an adhesive layer and a solder layer, where the adhesive layer acts on the flat side of the window, and the solder layer is arranged on it. The adhesive layer ensures a good adhesion of the solder on the window material and thus it contributes to the vacuum seal of the soldering compound. The adhesive layer can be very thin.

Advantageously, its thickness is in the range from 200 to 250 nm. Any shear stresses which form in the compound are predominantly taken up by the solder layer.

It has been shown to be particularly advantageous to use a solder layer which comprises a metallic thin layer which can be soldered and which abuts against the adhesive layer.

Advantageously the thin layer comprises a thickness in the range from 150 to 300 nm. It has been shown that a thin layer which has been applied by sputtering presents better adhesive properties compared to thin layers which have been applied thermally with evaporation. It is advantageous for the adhesive layer to be also applied by sputtering. By using appropriate masks during the application by sputtering of the layer materials, the light permeable surface of the window can be regulated in a simple manner.

It is preferred to use an embodiment variant of the optical component in which the solder layer comprises a soft solder layer which acts on the housing. The soft solder layer, for example made of tin solder, is particularly effective at taking up shear stresses. It can abut directly against the thin layer, for example. It is therefore advantageous for the thin layer to contain a component which can easily be joined to the soft solder layer. For example, it has been shown to be particularly advantageous to use a tin containing thin layer if the abutting soft solder layer consists of a tin solder.

In an embodiment variant of the optical components where the window is entirely outside the housing, it is ensured that when there are differences in the thermal expansions of the window and the housing in the radial direction, no forces applying pressure or traction are transferred directly from the interior of the housing to the window. In an embodiment variant where the window is arranged outside the housing, one must ensure that the housing parts which radially surround the window not be applied against the window.

Embodiment examples of the optical component according to the invention are represented in the patent drawing and explained in greater detail below. In the drawing, schematic representations of details are provided.

Figure 1 shows a solder connection between the housing and an optical window according to the state of the art.

Figure 2 shows a first embodiment variant of the optical component of the invention with an optical window arranged outside the housing,

Figure 3 shows an additional embodiment variant with an optical window arranged outside the housing,

Figure 4 shows an enlarged representation of the area marked in Figure 3, and

Figure 5 shows an embodiment variant of the optical component according to the invention with an optical window arranged inside the housing.

In the optical component 1 according to the state of the art according to Figure 1, a sapphire window 2, in the form of a circular flat disk is soldered to the interior surface of the light guide tube 3. For this purpose, a metal solder 4 is provided between the external circumferential edge of the sapphire window 2 and the interior side of the light guide tube 3. The sapphire window 2 is entirely located inside the light guide tube 3. If, during temperature changes, differences arise in the thermal expansion between the guide tube 3 and the sapphire window 2 in the radial direction, then the mechanical stresses inside the sapphire window 2 are induced as a result of the shown 'strained attachment'. The sapphire window 2 cannot evade the radial traction and pressure applying forces which occur in the process and whose direction is indicated in the directional lines 5. As a result it is deformed, and hence its optical and mechanical properties are changed.

For the embodiment variant of the optical component according to the invention in Figure 2, a cutout through an infrared emitter 6 is shown, which is used for analysis. It presents a substantially tubular brass radiation emitter housing 7, whose free end is bent at a right angle, with the formation of a flange 8 protruding inward. The interior wall of the flange 8 forms the edge of the exit opening 9 for the radiation originating from the IR source (not shown in Figure 2). Thus the internal diameter of the flange 8 defines the diameter of the exit opening 9. The exit opening 9 is closed in a gas sealing manner with an optical window 10, which is applied with its bottom side 13 against the upper side 12 of the flange 8. The window 10 is arranged entirely outside the radiation emitter housing 7. It consists of a flat circular disk made of calcium fluoride ( $\text{CaF}_2$ ), which has high transmission in the infrared range. To connect the  $\text{CaF}_2$  window 10 with the flange 8, a solder connection 11 is provided. The solder connection 11 acts at the outward directed surface 12 of the flange 8, and at the bottom side 13 of the  $\text{CaF}_2$  window 10, which is turned toward the exit opening 9 and parallel to the latter. Here the circumferential solder connection 11 covers the peripheral area of the circular  $\text{CaF}_2$  window 10, leaving a circular opening the size of the exit opening 9.

In the cutout of the infrared radiation emitter 6, which is shown in Figure 2, the  $\text{CaF}_2$  window 10 is entirely outside the radiation emitter housing 7. In case of differences in the radial expansion between the radiation emitter housing 7 and the  $\text{CaF}_2$  window 10, the 'sliding attachment' ensures a certain freedom of movement for the window 10 in the radial direction. Any shear forces which occur, for example along the directional arrows 14, are here taken up primarily by the solder connection 11.

The solder connection 11 is constructed from an adhesive layer 15 which abuts against the bottom side 13 of the window 10, from a thin layer 16 which can be soldered and which is applied by sputtering and which abuts against the adhesive layer 15, and from a soft solder layer 17 located between the thin layer 16 and the outward pointing surface 12 of the radiation emitter

housing 7. The adhesive layer 15 presents a thickness of approximately 220 nm. It is made of nickel. The thin layer 16, which can be soldered, and which has a thickness of approximately 200 nm, consists of a tin while the soft solder layer 17 is formed from tin solder. The solder connection 11 can be easily separated by heating, and it allows a nondestructive replacement of the window 10.

The reference numerals used in Figures 3-5 concern identical or equivalent components or component parts of the optical component 6, as explained with reference to the embodiment variant in Figure 2 for identical reference numerals. In the optical component 6 according to Figure 3, the evacuated radiation emitter housing 7 consist of a brass part with a bore 20. The bore 20 is closed by means of a disk shaped optical window 10. For the manufacture of a vacuum sealed connection, a solder connection 11 is provided between the radiation emitter housing 7 and the optical window 10. The solder connection consists of a ring shaped adhesive layer 15, which acts on the bottom side 13 of the window 10, a tin thin layer 16 which is applied on the former by sputtering, and a soft solder layer 17 which is arranged between the thin layer 16 and the radiation emitter housing 7. The window 10 is located entirely outside the radiation emitter housing 7.

For the manufacture of the solder connection 11, the adhesive layer 15 is applied by sputtering onto the circular optical window 10 in the peripheral area of its bottom side 13 which is turned toward the bore 20 and the thin layer 16 is sputtered onto it. These sputtered layers 15; 16 define the light exit opening 9 of the infrared radiation emitter 6. By using a mask in the manufacture of the sputter layers 15; 16, the shape and the size of the exit opening 9 can be set in a simple manner. The window 10 which is coated with the adhesive layer 15 and the thin layer 16 which can be soldered, is positioned with the already tin coated metallic radiation emitter housing 7, and heated together with the latter in an oven. As a result of the application by melting of the tin layer 17 on the radiation emitter housing 7, the thin layer 16 which can be soldered is wetted and in the process soldered.

*can't call 17 - flux*

*\** As a result of the fact that, in the manufacture of the solder connection 11, both the optical window 10 and the metallic radiation emitter housing 7 are equally heated, few stresses are generated in the solder connection 11 and the interconnected components 7; 10. The solder connection 11 between the window 10 and the housing 7 is vacuum sealed in the temperature range from room temperature to 100°C and it ensures unchanging optical properties of the window 10 and thus unchanging radiation conditions.

From the enlargements of the cutout represented in Figure 4 it is apparent that the window 10 is partially embedded in the soft solder layer 17. However, this does not result in a substantial limitation of the freedom of radial movement of the window 10 because the soft solder 17 presents a lower elasticity modulus and also a higher plasticity than found in

conventional window materials. As a result, the soft solder yields relatively readily to mechanical forces acting in the radial direction or it takes up the resulting stresses. This reaction is further simplified by the fact that the bottom edge of the window 10 is arranged above the upper edge 18 of the housing 7 so that the soft solder layer 17, as it radially evades the mechanical forces, no longer has a counter bearing. Since the upper side 19 of the soft solder layer 17 drops off radially outward, the mass of soft solder which opposes the radial movement of the window 10 decreases with decreasing depth of embedding in the soft solder layer 17. To improve the solder connection, in this embodiment variant, the thin layer 16 which can be soldered is pulled high over the circumferential edge of the window 10. In an alternative embodiment variant, the adhesive layer 15 is also pulled up over the edge of the window 10.

In the embodiment variant represented in Figure 5, the optical component is intended to be used in a gas filled radiation emitter 6. The housing of the radiation emitter 6 presents a tubular housing part 7 whose free end is bent at a right angle in the shape of a flange 8 which protrudes inward. The internal diameter of the flange 8 defines the internal diameter of the light entry opening 9 of the radiation emitter 6. It is closed by means of a  $\text{CaF}_2$  window 10 in a gas sealing manner. For this purpose, the window 10 is soldered inside the housing part 7 to the flange 8. Here the window 10 is applied against the bottom side 22 of the flange 8 with its window upper side 21 directed toward the light exit opening 9, by means of a solder layer 11. The solder layer 11 forms a ring on the edge of the window upper side 21, and its internal diameter corresponds to that of the flange 8. The solder layer 11 consists of two thin layers, namely an adhesive layer 15 and a tin layer 16, which are applied by sputtering via a mask on the window upper side 21. The two tin layers 15; 16 are soldered in a gas sealing manner to a soft solder layer 17 which abuts against the flange bottom side 22. A gap 25 of approximately 0.5 mm is provided between the internal wall 23 of the bore 20 and the ring lateral surface 24 of the window 10. The gap guarantees a certain freedom of movement of the window 10 in the radial direction. In the case of pressure directed from the inside outward onto the window 10, the flange 8 acts as a counter bearing for the window 10. The solder connection 11 is thereby placed under compressive strain. The solder connection is better able to stand this than tensile stresses.

### Claims

1. Optical component, in particular for an infrared emitter with a housing (7), which presents an opening (9; 20), which is closed with an optical window (10), for light beams which are incident into the housing (7) or which exit from the housing (7), where a circumferential metal solder connection (11) is provided between the edge (8) of the opening (9; 20) and the window (10), characterized in that the window (10) is applied to the edge (8) of the opening (9; 20) and in

that the solder connection (11) acts on a flat side (13; 21) of the window (10) which runs parallel to the opening (9; 20).

2. Component according Claim 1, characterized in that the solder connection (11) comprises an adhesive layer (15) which acts on the window (10), and a solder layer (16; 17) which is applied to the adhesive layer.

3. Component according Claim 2, characterized in that the solder layer comprises a metallic thin layer (16) which can be soldered and which abuts against the adhesive layer (15).

4. Component according Claim 3, characterized in that the adhesive layer (15) and the thin layer (16) are layers which are applied by sputtering.

5. Component according to one of Claims 2-4, characterized in that the solder layer comprises a soft solder layer (17) which acts at the housing.

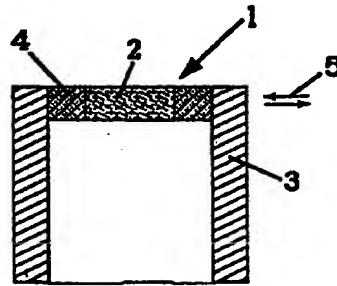


Fig. 1

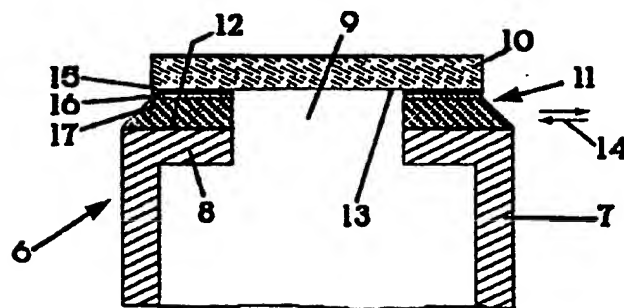


Fig. 2



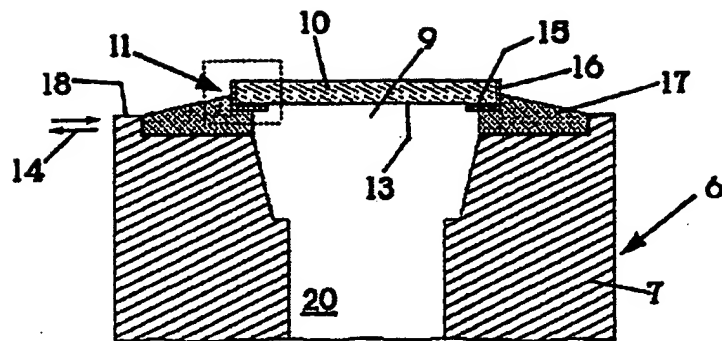


Fig. 3

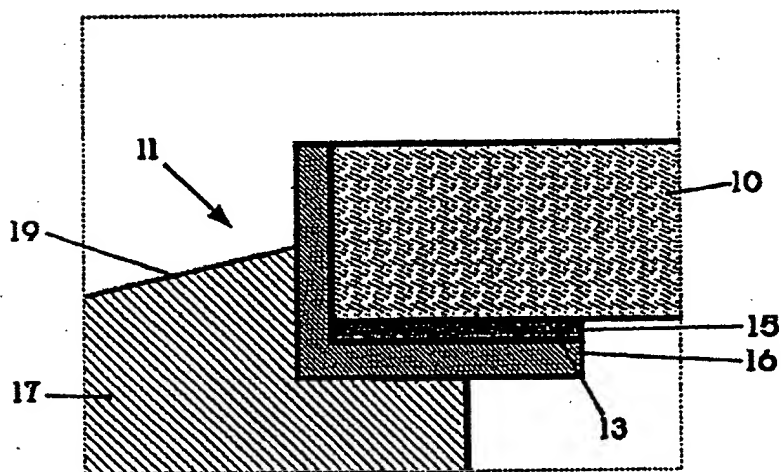


Fig. 4

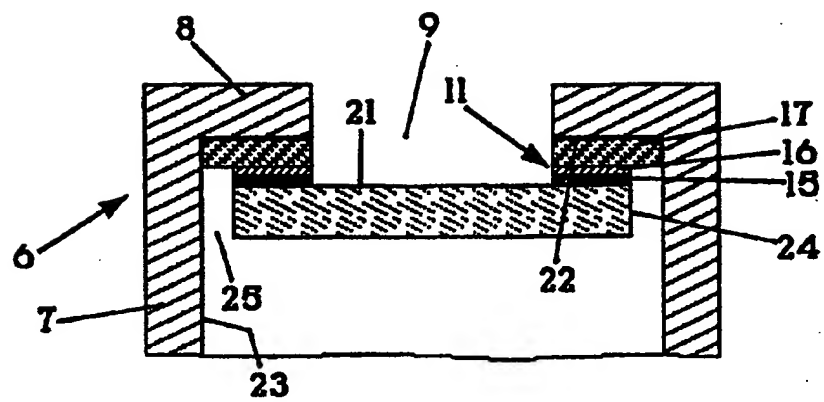


Fig. 5